

553, 076

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年10 月28 日 (28.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/093186 A1

(51) 国際特許分類: H01L 23/12, 25/04, H05K 1/05, 3/44

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005365

(22) 国際出願日: 2004 年4 月15 日 (15.04.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2003-110377	2003 年4 月15 日 (15.04.2003)	JP
特願2003-275979	2003 年7 月17 日 (17.07.2003)	JP
特願2003-326256	2003 年9 月18 日 (18.09.2003)	JP
特願2004-042993	2004 年2 月19 日 (19.02.2004)	JP
特願2004-055890	2004 年3 月1 日 (01.03.2004)	JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 電気化学工業株式会社 (DENKI KAGAKU KOGYO

KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008455 東京都千代田区有楽町一丁目4番1号 Tokyo (JP).

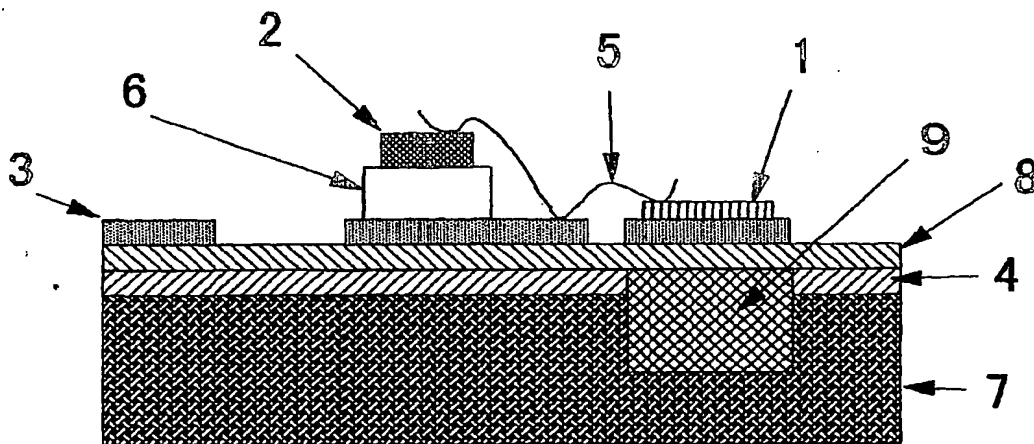
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 米村直己 (YONE-MURA, Naomi) [JP/JP]; 〒3778520 群馬県渋川市中村1135番地 電気化学工業株式会社 渋川工場内 Gunma (JP). 八島克憲 (YASHIMA, Katunori) [JP/JP]; 〒3778520 群馬県渋川市中村1135番地 電気化学工業株式会社 渋川工場内 Gunma (JP). 辻村好彦 (TSUJIMURA, Yoshihiko) [JP/JP]; 〒3778520 群馬県渋川市中村1135番地 電気化学工業株式会社 渋川工場内 Gunma (JP). 石倉秀則 (ISHIKURA, Hidenori) [JP/JP]; 〒3778520 群馬県渋川市中村1135番地 電気化学工業株式会社 渋川工場内 Gunma (JP). 齊木高志 (SAIKI, Takashi) [JP/JP]; 〒3778520 群馬県渋川市中村1135番地 電気化学工業株式会社 渋川工場内 Gunma (JP).

[続葉有]

(54) Title: METAL-BASE CIRCUIT BOARD AND ITS MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 金属ベース回路基板とその製造方法



(57) Abstract: A metal-base circuit board enables significant reduction of failures of a semiconductor device occurring in high-frequency operation of a hybrid integrated circuit and has an excellent heat dissipation capability. A metal base circuit board used for hybrid integrated circuits comprises a circuit provided over a metal sheet with insulating layers (A, B) interposed therebetween, an output semiconductor device mounted on the circuit, and a control semiconductor device used for controlling the output semiconductor device and mounted on the circuit. The metal-base circuit board is characterized in that a small-capacitance portion is buried under the circuit portion (pad portion) on which the control semiconductor device is mounted, and preferably the small-capacitance portion is made of a resin containing an inorganic filler and has a dielectric constant of 2 to 9.

(57) 要約: 混成集積回路の高周波動作時に発生する半導体の誤動作時を大幅に低減し、熱放散性に優れた金属ベース回路基板を提供する。金属板上に絶縁層(A, B)を介して設けられた回路と、前記回路上に実装される出力用半導体と、前記出力用半導体を制御し、前記回路上に設けられる制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であって、前記制御用半導体を搭載する回路部分(パッド部分)の下部に低静電容量部分を埋設していることを特徴とする金属ベース回路基板であり、好ましくは、低静電容量部分が、無機質充填材を含有してなる樹脂からなり、しかも誘電率が2~9であることを特徴とする前記の金属ベース回路基板。

WO 2004/093186 A1



(74) 代理人: 泉名 謙治, 外 (SENMYO, Kenji et al.); 〒1010042 東京都千代田区神田東松下町3 8 番地 島本鋼業ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 金属ベース回路基板とその製造方法

## 技術分野

本発明は、高周波動作に好適な金属ベース回路基板とその製造方法に関する。更に、詳しくは、本発明は、例えば、出力用半導体と制御用半導体とを共に実装してなる混成集積回路に用いるに好適な金属ベース回路基板とその製造方法に関する。

## 背景技術

金属板上に無機フィラーを充填したエポキシ樹脂等からなる絶縁層を設け、その上に回路を配設した金属ベース回路基板が、熱放散性に優れることから高発熱性電子部品を実装する回路基板として用いられている。

図1-1は、従来の金属ベース回路基板上に半導体素子が搭載された混成集積回路の一例を示したものである。その構造に於いては、出力用半導体2（パワー半導体）及び信号処理半導体（以下、制御用半導体ともいう）1は、半田を介して銅等からなる回路3上に搭載されている。また、半導体同士は銅回路を介して、またボンディング用ワイヤー5を介して電氣的に接続されている構造を有している。なお、出力用半導体2を回路3に搭載するにあたっては、熱放散を助長して、出力用半導体の温度が上昇し、誤動作を生じたりしないように、ヒートシンク6を介することがしばしば行われている。（特許第3156798号公報参照）

前記構造を有する混成集積回路では、各半導体と金属ベース基板とは電氣的及び静電的に接続されているために、動作周波数を高く（数百kHz以上）しようとする、制御用半導体1からの信号（デジタル信号）が歪み、出力用半導体2が誤動作し、装置自体が設計どおりに動作しないという問題が生じることがある。前記の対策として、金属基板に原因する静電容量の悪影響をなくするために、空中配線（リフトオフ）も用いられるが、コスト及び装置組み立てにおいて問題点が多い。

また、図1-2は、従来公知の他の混成集積回路の例である。図1-1の構造に比して、制御用半導体の搭載部の絶縁層厚さを大きくすることで、金属基板に原因する静電容量の悪影響を減じようとした試みもある。しかし、このような混成集積回路、或いはそれに用いる金属ベース回路基板を作成する際に、部分的に絶縁層の厚さの異なる部分を作成する必要があり、工程が複雑になること、得られる混成集積回路が上方向に肥大化する等の問題があった。更に、絶縁層を厚くする代りに、予め回路が設けられている樹脂基板等を金属板或いは絶縁層を設けてある金属板（金属ベース基板ともいう）の上に積層することで前記構造を達成する試みもある（特許第2608980号公報参照）が、やはり前記問題が解決されること無く残っている。

混成集積回路を搭載する回路基板に関しては、半導体素子の高集積化により、出力用半導体素子等が小型化されると共に、同一基板上にさまざまな種類の半導体素子に加えて抵抗体チップ等をも搭載するという手法が主流となってきた。それぞれの半導体素子や電子部品毎に要求される基板特性が異なるために、部分的にそれぞれの半導体素子や電子部品に対応する特性を有する回路基板が要求されている。

このため、例えば、特開平6-90071号公報に開示されているような、異種の絶縁層を組み合わせた回路基板が提案されている。しかし、このような複合絶縁基板では、それを製造する工程が複雑なために、コストアップになる上に、異種絶縁層を小面積内で複雑に組み合わせることが技術的に容易でなく、回路基板の大幅な小型化が達成し得ないという問題があった。

また、通常、金属ベース回路基板を用いる混成集積回路においては、出力用半導体と前記出力用半導体の動作を制御する制御用半導体が金属ベース回路基板の回路上に共に実装される。金属ベース回路基板に要求される特性としては、前者については静電容量は若干大きい熱伝導性に優れる特性が要求され、後者については熱伝導率は若干犠牲にしても静電容量が極めて低い特性が要求される。

しかしながら、制御用半導体を静電容量が極めて低くなるように工夫された回路上に載置する時、場合によっては、制御用半導体からの補熱放散が十分でなく、動作時間を十分に確保出来ない場合があることが判った。

#### 発明の開示

本発明は、かかる従来技術における問題点に鑑みてなされたものであって、混成集積回路の高周波動作時に発生する半導体の誤動作時を大幅に低減し、かつ、熱放散性に優れた金属ベース回路基板を安価に提供することを目的としている。

また、本発明は、同一回路基板上においても、部分的に回路基板特性を変化できるように工夫することにより、更に多様な種類の半導体素子・電子部品・電気部品等を搭載可能とする金属ベース回路基板を提供することを目的としている。

即ち、本発明者は、前記の問題解決を図るためにいろいろ検討した結果、少なくとも制御半導体と直接電気接続されている回路部分の下部に低誘電率部分を設けるときに、制御半導体からの熱を十分に放散し、しかも雑音特性に優れ、十分に高周波動作にも対応できる混成集積回路が得られるという知見を得て、本発明に至ったものである。

かくして、本発明は以下の要旨を有するものである。

- 1-1. 金属板上に絶縁層(A、B)を介して設けられた回路と、前記回路上に実装される出力用半導体と、前記出力用半導体を制御し、前記回路上に設けられる制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であって、前記制御用半導体を搭載する回路部分(パッド部分)の下部に低静電容量部分を埋設していることを特徴とする金属ベース回路基板。

- 1-2. 低静電容量部分が、無機質充填材を含有してなる樹脂からなり、しかも誘電率が2~9であることを特徴とする上記1-1記載の金属ベース回路基板。
- 1-3. 低静電容量部分の厚さが100~1,000 $\mu\text{m}$ であることを特徴とする上記1-1又は1-2記載の金属ベース回路基板。
- 1-4. 制御用半導体を搭載する回路部分（パッド部分）が、金属板に埋設された低静電容量部分の上に、絶縁層（B）を介して設けられていることを特徴とする上記1-1、1-2又は1-3記載の金属ベース回路基板。
- 1-5. (1) 一主面上に凹部を有する金属板の前記凹部空隙に、絶縁層（A）と同一表面高さにまで、低静電容量部分となる物質を充填することで低静電容量体装着板とする工程、(2) 前記低静電容量体装着板の低静電容量部分の表面と絶縁層（A）の表面とに、無機質充填材を含有してなる樹脂からなる絶縁層（B）を設けて低静電容量体装着基板とする工程、(3) 前記低静電容量体装着基板の絶縁層（B）の表面に金属箔を設けて金属接合体とする工程、(4) 少なくとも前記低静電容量部分表面に位置する金属箔から制御用半導体を搭載する回路部分（パッド部分）を形成することを含む、前記金属接合体の金属箔を加工して回路を形成する工程、とからなることを特徴とする金属ベース回路基板の製造方法。
- 1-6. 前記一主面上に凹部を有する金属板を、
  - (a) 金属板上の一主面上の所望の位置に、無機質充填材を含有してなる樹脂からなる絶縁層（A）を設ける工程、
  - (b) 前記絶縁層（A）をマスクにして金属板をエッチングして金属板表面に凹部を形成する工程、とから作製することを特徴とする上記1-5記載の金属ベース回路基板の製造方法。
- 2-1. 金属板上に絶縁層を介して回路を設けてなる金属ベース回路基板であって、金属板上の片面に窪み部分が周囲の部分は開放されていない状態で設けられ、前記窪み部分の空隙部と、前記窪み部分の存在する金属面上の両者に、同一の材料からなる絶縁層が設けられていることを特徴とする金属ベース回路基板。
- 2-2. 窪み部分の最大深さが金属板の厚みに対して10~50%であり、かつ窪み部分の垂直方向から眺めた大きさが金属板の面積の50%以上を占め、しかも窪み部分の垂直方向から眺めたときの形状において、コーナーが曲率半径が2.5mm以上であること特徴とする上記2-1に記載の金属ベース回路基板。
- 2-3. 絶縁層が、無機質充填材を含有してなる樹脂からなり、しかも樹脂組成物の硬化後の貯蔵弾性率が300Kで15000MPa以下であることを特徴とする上記2-1又は2-2に記載の金属ベース回路基板。
- 3-1. 金属板と、前記金属板上に設けられた絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた回路と、前記回路上に実装される複数の半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であって、前記回路の半導体搭載部ではない部分の一部について、

当該回路部分の下部の金属板に低誘電率部分を設けていることを特徴とする金属ベース回路基板。

3-2. 低誘電率部分が、前記金属板の表面に窪み部分を設け、当該窪み部分に無機質充填剤を含有している樹脂を充填したことを特徴とする上記3-1に記載の金属ベース回路基板。

3-3. 窪み部分の側壁が $35 \sim 65^\circ$ の傾きを有していることを特徴とする上記3-2に記載の金属ベース回路基板。

3-4. 無機質充填剤が、熔融シリカ（酸化ケイ素）からなり、しかも前記熔融シリカは、平均粒径 $0.3 \sim 5.0 \mu\text{m}$ のものを $3.5 \sim 45.0$ 体積%、平均粒径 $6 \sim 30 \mu\text{m}$ のものを $18.0 \sim 80.0$ 体積%含有していることを特徴する上記3-2又は3-3に記載の金属ベース回路基板。

4-1. 金属板と、前記金属板上に設けられた絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた回路と、前記回路上に実装される複数の半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であって、前記回路の半導体搭載部ではない部分の一部について、当該回路部分の下部の金属板の表面に窪み部分を設け、当該窪み部分に無機質充填剤を含有している樹脂を充填し、しかも窪み部分を上方からみたときにコーナー部分が $0.4 \text{ mm}$ 以上の曲率半径を有していることを特徴とする金属ベース回路基板。

4-2. 無機充填剤が、熔融シリカ（酸化ケイ素）からなり、しかも前記熔融シリカは、平均粒径 $0.3 \sim 5.0 \mu\text{m}$ のものを $3.5 \sim 45.0$ 体積%、平均粒径 $6 \sim 30 \mu\text{m}$ のものを $18.0 \sim 80.0$ 体積%含有していることを特徴する上記4-1に記載の金属ベース回路基板。

5-1. 金属板と、前記金属板上に設けられた絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた回路と、前記回路上に実装される出力用半導体と、前記出力用半導体を制御し、前記回路上に設けられる制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板の製造方法であって、(1) 金属板の絶縁層を設ける側の主面に凹部を形成する工程、(2) 前記凹部と前記凹部以外の金属板上とに、同一表面高さにまで絶縁接着剤を塗布する工程、(3) 前記絶縁接着剤の表面に金属箔を設け、前記絶縁接着剤を硬化して金属接合体とする工程、(4) 前記金属接合体の金属箔を加工して回路を形成する工程、とからなることを特徴とする金属ベース回路基板の製造方法。

5-2. 上記5-1に記載の金属ベース回路基板の製造方法で得られた金属ベース回路基板であって、絶縁接着剤が無機フィラーを含有してなる樹脂からなり、しかも硬化後の熱伝導率が $1.3 \text{ W/mK}$ 以上であることを特徴とする金属ベース回路基板。

5-3. 絶縁接着剤を充填した凹部上の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量が $50 \text{ pF/cm}^2$ 以下であり、かつ前記部分以外の部分の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量が $50 \text{ pF/cm}^2$ 以上 $160 \text{ pF/cm}^2$ 以下であることを特徴する上記5-2に記載の金属ベース回路基板。

## 発明の効果

1. 本発明の金属ベース回路基板は、制御用半導体を搭載する回路部分並びに高周波信号の伝わる回路の下に低静電容量部が埋設されていて制御用半導体から出力用半導体への信号の歪が低減されている。更に、出力用半導体を搭載する回路部分の下は、一般的に熱放散性が悪い前記低静電容量部分は設けられておらず、熱放散性に優れる絶縁層のみであることから、これを用いて、高周波動作に於いても誤動作し難い混成集積回路を容易に得られる。

2. 本発明の金属ベース回路基板は、前記構造を有しているので、同一回路基板上においても部分的に回路基板の特性を変化できる特徴があり、多様な種類の半導体素子等を搭載でき、例えば、出力用半導体と制御用半導体とを共に有する混成集積回路等に好適に用いることができる。更に、回路基板において所望の位置に発熱性電子部品や高周波発生機器を適切な配置とすることができるので、本来、低応力性を持たせるために応力を吸収できる絶縁層を厚き設計したいところだがトレードオフで熱抵抗が大きくなってしまいうという従来技術の問題点を解決できる。その結果として、搭載されたチップ抵抗等の電子部品の耐ヒートサイクル性を向上させる等の効果をも得られる。

3. 本発明の金属ベース回路基板は、発熱量の多い制御用半導体を含む複数の半導体を有する混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であり、前記の構造を採用することによって、つまり、制御用半導体と直接接続されている回路下に低誘電部分を存在させることで制御用半導体の動作特性を確保しつつ、制御用半導体で発生した熱は回路そして絶縁層を通じて、直ぐに金属板へと放散される。例えば、従来の金属ベース回路基板では適用できなかったマクロストリップライン等の高周波フィルター、高周波電源、オーディオ用のデジタルアンプ等の混成集積回路にも適用が可能となり、産業上新たな用途を拡大出来る。

また、本発明の金属ベース回路基板は、前記の構造に加え、低誘電部分が特定な形状を有していて、更に特定の溶融シリカ（酸化ケイ素）が無機充填剤として用いられているので、一層優れた誘電特性を有しており、信頼性高く半導体素子が動作でき、惹いては混成集積回路の動作信頼性を高めることができる。

4. また、窪み部分の上方からみたときにコーナー部分が0.4mm以上の曲率半径（丸み）を有している構成を採用しているので、低誘電率部分内で応力の集中が回避され、低誘電率部分と金属板や絶縁層との接着力を高め、熱の放散を一層助長出来る。

5. 本発明の製造方法によれば、静電容量が小さいので制御用半導体を搭載するのに好適な部分と、静電容量は若干大きい熱伝導性に優れるので出力用半導体を搭載するのに好適な部分とを併せ持つ金属ベース回路基板を、高い歩留で得ることができるので、金属板と、前記金属板上に設けられた絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた回路と、前記回路上に実装される出力用半導体と、前記出力用半導体を制御し、前記回路上に設け

られる制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板を安価に提供できる。

本発明の金属ベース回路基板は、硬化後の熱伝導率が $1.3\text{ W/mK}$ 以上の絶縁接着剤を用いているので、優れた熱放散性が確保され、信頼性高く半導体素子が動作でき、惹いては混成集積回路の動作信頼性を高めることができる効果がある。

更に、本発明の金属ベース回路基板は、単位面積当たりの静電容量が $50\text{ pF/cm}^2$ 以下の部分と $50\text{ pF/cm}^2$ 以上 $160\text{ pF/cm}^2$ 以下の部分とを併せ持っているもので、前者に制御用半導体を選択的に搭載することにより、混成集積回路の信頼性を一層高めることができる。

#### 図面の簡単な説明

- 図1-1：従来公知の金属ベース回路基板を用いた混成集積回路の一例を示す。  
図1-2：従来公知の金属ベース回路基板を用いた混成集積回路の他の一例を示す。  
図1-3：本発明に係る金属ベース回路基板を用いた混成集積回路の一例を示す。  
図1-4：本発明に係る他の金属ベース回路基板を用いた混成集積回路の一例を示す。  
図1-5：本発明に係る金属ベース回路基板の製造法の一例を示す。  
図2-1：本発明に係る金属ベース回路基板とその製造方法の一例を示す。  
図2-2：本発明における「垂直方向から眺める」を説明する図。  
図2-3：比較例1に係る金属ベース回路基板の断面図。  
図2-4：比較例2に係る金属ベース回路基板の断面図。  
図3-1：本願発明の金属ベース回路基板を用いた混成集積回路の一例を示す。  
図3-2：図3-1の混成集積回路に設けた窪み部を示す。  
図3-3：図3-1の混成集積回路に設けた窪み部の平面図。  
図4-1：本願発明に係る金属ベース回路基板の製造方法を説明する図。  
図4-2：本願発明の金属ベース回路基板を用いた混成集積回路の一例を示す図。

#### 符号の説明

1	制御用半導体	2	出力用半導体
3	回路	4	絶縁層 (A)
5	ボンディング用ワイヤー	6	ヒートスプレッダー
7	金属板	8	絶縁層 (B) 又は樹脂基板
9	低静電容量部分	10	絶縁層 (A)
11	凹部	12	低静電容量部分
13	絶縁層 (B)	14	金属箔
15	回路 (パッド部)		
21	金属板	22	窪み部



2 3	絶縁層	2 4	金属箔
2 5	エッチングレジスト	2 6	回路（金属箔）
3 1	金属板	3 2	絶縁層
3 3	低誘電率部分	3 4	ボンディングワイヤー
3 5	回路	3 6	ヒートスプレッダー
3 7	出力用半導体	3 8	制御用半導体
4 1	金属板	4 2	凹部（空隙部）
4 3	絶縁接着剤（絶縁層）	4 4	金属箔
4 5	回路	4 6	ヒートスプレッダー
4 7	出力用半導体	4 8	制御用半導体
4 9	ボンディングワイヤー		

発明を実施するための最良の形態

以下、図を用いて本発明を説明する。

図 1-3 は、本発明に係る金属ベース回路基板を用いた混成集積回路を説明する図である。本発明の金属ベース回路基板は、金属板上に絶縁層（A、B）を介して設けられた回路と、前記回路上に実装される出力用半導体と、前記出力用半導体を制御し、前記回路上に設けられる制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であって、前記制御用半導体を搭載する回路部分（パッド部分）の下部に低静電容量部分を埋設していることを特徴としている。即ち、本発明の係る金属ベース回路基板は、図 1-3 に例示されている通りに、制御用半導体 1 を搭載する回路部分（パッド部ともいう）並びに高周波信号の伝わる回路の下部及びその近傍に低静電容量部 9 を埋設した構造を有し、該箇所の回路基板の静電容量を低下させているので、制御用半導体 1 からの信号の歪みを低減して出力用半導体そして混成集積回路の誤動作を低減、防止し得る特徴を有する。

また、図 1-4 は、本発明に係る他の金属ベース回路基板を用いた混成集積回路を説明する図である。金属板 7 上の所望の部分に凹部が形成され、その凹部に低静電容量部分 9 が埋設され、その上に絶縁層（A）4 並びに絶縁層（B）8 を介して回路が設けられている構造を有している。

本発明に於いて、低静電容量部分 9 の材質は混成集積回路に所望される静電容量特性に応じて、低誘電率の物質を適宜選択すれば良いが、無機粉体を充填させた樹脂が近接する金属板や絶縁層との接着性に優れることから好ましい。また、前記無機粉体を充填させた樹脂の誘電率については、本発明者の検討に拠れば、2～9 であるときに本発明の目的が達成しやすく、好ましい。前記無機粉体としては、アルミナ、窒化ホウ素、マグネシア、シリカ、窒化ケイ素、窒化アルミ等が好ましく用いられる。樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、各種エンジニアプラスチックが好ま

しく用いられる。また、誘電率が2～9のものは、前記無機粉体と樹脂の種類、並びに配合量を選択することにより得ることができる。

低静電容量部分9の形状に関して、その広がりには制御用半導体を搭載する回路並びに高周波信号の伝わる回路より大きければ良いが、その厚さについては、動作周波数や低静電容量部分の材質等に依存して定める必要がある。即ち、本発明者らの検討に基づけば、その厚さは100  $\mu\text{m}$ 以上1000  $\mu\text{m}$ 以下のときに動作特性に優れた、実用的な混成集積回路を確実に作成できる。尚、前記厚みについて、1000  $\mu\text{m}$ を超える場合であっても技術的に問題がないが、コストが上昇する問題が生じる。

また、本発明の金属ベース回路基板に於いて、低静電容量部分を含まない回路部分、出力用半導体の下部に関しては、図1-3に例示した通りに、高放熱性が要求されるために絶縁層(A)は低静電容量部分9のある部分の絶縁層(B)に比べて薄く、しかも高熱伝導性材料で構成するのが好ましい。

また、本発明に於いて、絶縁層(A)、絶縁層(B)はいずれも、無機粉体を充填した樹脂で構成されている。無機粉体はアルミナ、窒化ホウ素、マグネシア、シリカ、窒化ケイ素、窒化アルミ等が好ましく用いられる。樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、各種エンジニアプラスチックが好ましく用いられる。絶縁層(A)、絶縁層(B)は必ずしも異なる材質、組成である必要はないが、前記したとおりに、出力用半導体搭載部と制御用半導体搭載部の両者の特性のバランスから両者の材質、組成が選択される。

また、本発明に於いて、制御用半導体を搭載する回路部分(パッド部ともいう)が、金属板に埋設された低静電容量部分の上に、絶縁層(B)を介して設けられていることが好ましい。このような構造を採用するとき、絶縁層(B)が回路側の全面を覆うので電気信頼性に優れる金属ベース回路基板が得られる。しかも、後述する実施例に通りに、複雑な工程を経ることなく、従って安価に本発明の金属ベース回路基板を得ることができる特徴がある。

回路3は、銅、アルミニウム或いは銅とアルミニウムとのクラッド箔のいずれから構成されるが、ワイヤーボンディング、半導体やヒートシンク等の部品類の半田付けが容易となるように適宜メッキ処理等が施されていることが望ましい。金属板7は、熱伝導性に優れた材質のものであればかまわないが、アルミニウム、アルミニウム合金、銅及び銅合金が高熱伝導であることから好ましく選択される。また、金属板7の厚みとしては、特に制限はないが0.5 mm～3.0 mmが一般的に用いられる。

図2-1(h)は、本発明に係る金属ベース回路基板の一例を示したものであり、図2-1(a)～(g)は、その製造方法の一例を示したものである。

まず、図2-1(a)は、金属ベース回路基板に用いられる金属板であり、熱伝導性に優れた材質のものであればどのようなものであっても構わないが、一般的には、アルミ

ニウム、アルミニウム合金、銅及び銅合金が高熱伝導であることから好ましく選択される。また、金属板の厚みとしては、特に制限はないが0.5 mm～3.0 mmが一般的に用いられる。

本発明の金属ベース回路基板を得るために、図2-1(b)に例示した通りに、窪み部を形成する。この加工方法はどのような方法であっても構わないが、本発明に於いて、前記窪み部は金属板上の片面に窪み部分が周囲の部分は開放されていない状態で設けられていることが必要である。このような構造とすることで、金属ベース板の熱収縮に起因する応力により、絶縁層が基板側面部分から剥離してしまうという現象を抑制するという効果を奏することができるからである。

また、本発明に於いて、前記窪み部の形と大きさに関しては、本発明者の実験的検討結果に拠れば、後述する通りに、窪み部分の最大深さが金属板の厚みに対して10～50%であること、窪み部分の垂直方向から眺めた大きさが金属板の面積の50%以上を占めていること、更に、窪み部分の垂直方向から眺めたときの形状において、コーナーが曲率半径が2.5 mm以上であることが好ましい。ここで、前記の垂直方向から眺めるとは、図2-2に示した方向を意味している。

窪み部分の最大深さが金属板の厚みに対して10%未満では、本発明の効果が明瞭でない場合があるし、50%を超える場合には金属板自体の強度が低下し変形しやすくなるといった不都合が生じやすくなるし、窪み部分の垂直方向から眺めた大きさが金属板の面積の50%未満では発明の効果が十分に発揮できないことが多く、時には制御用回路の引き回しが同一回路基板上で十分に行えないことがあるし、更に、窪み部分の垂直方向から眺めたときの形状において、曲率半径が2.5 mm未満のコーナーが存在するときは当該コーナー部で高周波特性や熱放散特性が複雑となり期待通りの効果が得られないことがある等の不都合を生じやすいからである。

次に、図2-1(d)に例示する通りに、絶縁層を前記窪み部の空隙と前記窪み部分の存在する金属面上の両者に同一の材料からなる絶縁層を設ける。絶縁層を形成する材料が収縮し易い性質を有する場合には、図2-1(c)に示すように、一旦窪み部の空隙を絶縁層を形成する材料で充填して、収縮が収まった後に、前記絶縁層表面と金属板表面の全面に前記絶縁層と同じ材質の絶縁層を設ける方法を採用することもできる。

本発明に於いて、絶縁層としては電気絶縁性を十分に有するとともに、高熱伝導性であること、或いは低誘電率であること、更に金属との接着力が高いこと等が望まれることから、一般的に、後述の無機質充填材を含有してなる樹脂で構成される。具体的には、本発明の無機質充填材を含有してなる樹脂は、(1)エポキシ樹脂を主体とする樹脂、(2)ポリエーテル骨格を有し、主鎖の末端に1級アミン基を有する硬化剤、及び(3)無機充填剤を組み合わせる硬化性樹脂組成物からなり、前記硬化性樹脂組成物を用いて応力緩和性、電気絶縁性、放熱性、耐熱性、耐湿性に優れた硬化物を提供することができる。

エポキシ樹脂としては、ビスフェノールF型エポキシ樹脂やビスフェノールA型エポキシ樹脂等の汎用のエポキシ樹脂を用いることができるが、ジシクロペンタジエン骨格を持つエポキシ樹脂、ナフタレン骨格を持つエポキシ樹脂、ビフェニル骨格を持つエポキシ樹脂及びノボラック骨格を持つエポキシ樹脂から選ばれた1種以上を、全エポキシ樹脂中10質量パーセント以上含むと、応力緩和性と耐湿性のバランスが更に向上する。ノボラック骨格を持つ代表的なエポキシ樹脂には、フェノールノボラック型エポキシ樹脂やクレゾールノボラック型エポキシ樹脂があるが、ジシクロペンタジエン骨格、ナフタレン骨格又はビフェニル骨格とノボラック骨格を併せ持つエポキシ樹脂を用いることもできる。エポキシ樹脂として、上記の骨格を持つエポキシ樹脂を単独で使用してもかまわない。また、

エポキシ樹脂を主体に他の樹脂として、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂等の熱硬化性樹脂やフェノキシ樹脂、アクリルゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム等の高分子量樹脂を配合してもよいが、応力緩和性、電気絶縁性、耐熱性、耐湿性のバランスを考慮すると、上記高分子量樹脂の配合量はエポキシ樹脂との合計量に対して30質量パーセント以下であることが好ましい。

硬化剤は、ポリエーテル骨格を有し、主鎖の末端に1級アミン基を有する硬化剤硬化後の樹脂組成物の貯蔵弾性率を下げるために使用するが、他の硬化剤と併用することができる。芳香族アミン系硬化剤を併用すると、応力緩和性、電気絶縁性、耐湿性等のバランスを更に好適にすることができる。芳香族アミン系硬化剤としては、ジアミノジフェニルメタン、ジアミノジフェニルスルホン、メタフェニレンジアミン等が使用できる。フェノールノボラック樹脂等の硬化剤を更に併用することもできる。

無機充填剤としては、電気絶縁性が良好で、しかも高熱伝導率のものが用いられる。このようなものとして酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、シリカ等が挙げられ、単独系でも混合系でも用いることができる。これらのうち、酸化アルミニウムは粒子形状が球状で高充填可能なものが安価に、容易に入手できるという理由で好ましい。

前述の硬化性樹脂組成物を絶縁層として利用する場合は、前記樹脂組成物中にエポキシシラン、アミノシラン等のシランカップリング剤を配合することにより、導体回路との接着性を一層向上することができる。また、絶縁層として利用する場合のその厚さは、応力緩和性、放熱性、絶縁信頼性、生産性等を考慮して決められるが、通常は50～150 $\mu$ m程度である。

本発明に於いて、前記無機質充填材を含有してなる樹脂について、硬化後の貯蔵弾性率は、300Kで15000MPa以下が好ましい。15000MPaを超えると、応力緩和性に劣ることがある。一方、下限値に関しては格別定めるべき理由はないものの、大きな外力が加わった時に変形して絶縁信頼性が損なわれる可能性も残っており、300Kで100MPa以上が好ましい。

次に、図 2-1 (d) で示される構造体の絶縁層の全面に、金属箔を配置し、加熱・一体化することで、図 2-1 (e) に例示した構造体を得る。ここで用いる金属箔は、加工されて回路となることから、導電性に優れる金属の箔、例えば、銅、アルミニウム、ニッケル、鉄、錫、銀、チタニウムのいずれか、これらの金属を 2 種類以上含む合金、或いは前記金属又は合金を使用したクラッド箔等を用いることができる。尚、前記の箔の製造方法は電解法でも圧延法で作製したものでもよく、箔上には Ni メッキ、Ni-Au メッキ、半田メッキなどの金属メッキがほどこされていてもかまわないが、絶縁接着層との接着性の点から導体回路の絶縁接着層に接する側の表面はエッチングやメッキ等により予め粗化処理されていることが一層好ましい。

図 2-1 (e) の構造体の前記金属箔の所定の位置に、エッチングレジストを塗布 (図 2-1 (f) 参照) し、金属箔を所定のエッチング液を用いてエッチングして前記金属箔より回路を形成し (図 2-1 (g) 参照)、その後エッチングレジストを剥離することで、図 2-1 (h) に例示される本発明に係る金属ベース回路基板を得ることができる。

本発明の金属ベース回路基板は、前記構造上の特徴を利用して、例えば、前記回路形成時に、空隙部が深い部分の回路上には制御用半導体を搭載する部分を作成し、空隙部の深さの浅い部分の回路上には出力用半導体を搭載する部分を作成する。かくすることにより、制御用半導体と出力用半導体の両者を有する混成集積回路を一回路基板上に形成できる特徴を有しているので、いろいろな用途用の混成集積回路用の回路基板として好適である。

図 3-1 は、本発明に係る金属ベース回路基板を用いた混成集積回路の例である。当該混成集積回路に於いては、金属板 31 と、絶縁層 32 と、回路 35 とからなる金属ベース回路基板の、前記回路 35 上に、複数の半導体、即ち、出力用半導体 37 と制御用半導体 38 が搭載されている。出力用半導体 37 は、熱の放散を助長する目的で、回路 35 との接続にヒートスプレッダー 36 を介することが多いが、これを用いないこともある。また、制御用半導体 38 は、通常大きな発熱をとまなわないことから回路 35 にヒートスプレッダーを介することなく接合されるが、ヒートスプレッダーを介しても勿論構わない。更に、図 3-1 に於いて、制御用半導体 38 からの信号は回路 35 並びにボンディングワイヤー 34 を通じて出力用半導体 37 に電気的に接合されている。

本発明は、少なくとも制御用半導体 38 に直接に電気接続されている回路の下に、低誘電率部分 33 を設けていることを特徴としており、このような構造を採用することにより、従来の金属ベース回路基板が適用出来なかった、制御用半導体からの補熱放散が十分でなく、動作時間を十分に確保出来ないような用途の混成集積回路にも適用出来るという特徴を有するものである。

本発明において、金属板 31 に代えてその一部に、当該金属板よりも低誘電率の材質のものを置換すればよく、その材質に格別の制限はない。例えば、金属板 31 の表面に

窪み部分を設け、当該窪み部分に無機質充填剤を含有している樹脂を充填したものであることが、従来公知の金属ベース回路基板の製造方法を大きな工程変更をすることなく得ることができる。しかも絶縁層 2 並びに金属板 3 1 との接合性に富むものを選択しやすいことから、格別に好ましい。

また、前記窪み部分に関しては、本発明者の検討に拠れば、図 3-2 に示されるように、その側壁が底面となす角度： $\theta$  が  $35^{\circ} \sim 65^{\circ}$  の傾きを有していることが好ましい。  $35^{\circ}$  未満の場合には、側壁部の面積が大きくなり、静電容量を確保するために窪み部分を十分に大きくする必要があるし、  $65^{\circ}$  を越える傾きの場合には窪み部分の側壁と底面とに角が有る場合に当該角部に空隙を残留しやすく、いずれの場合も得られる金属ベース回路基板の電気的特性を劣化する場合が起こりやすくなる。更に、窪み部分の底面形状に関しては、格別これを定める必要はないものの、平面状であることが、金属板に窪みを形成させる方法として、プレス加工、切削加工等の機械的方法或いは化学薬品によるエッチング等の化学的方法等の量産性に優れる製造方法を適用出来ることから、好ましい。

更に、窪み部の形状については、金属ベース回路基板を上方より眺めた時に凹部の広がり、混成集積回路として使用されるときに、制御用半導体を搭載する回路、高周波等の信号の伝わる回路より大きければ良い。厚さ（深さ）については、絶縁層を形成する絶縁接着剤の材質等によって異なるものの、通常  $50 \sim 800 \mu\text{m}$  あれば良い。また、窪み部深さは個々の窪み部により変化しても構わないが、いずれも同じ深さとするとき一度に加工できることから好ましい。

更に、本発明において、前記窪み部分に充填する無機質充填剤を含有している樹脂については、低誘電率であればどのようなものでも構わないが、高熱伝導性であることが好ましい。

前記無機質充填剤としては、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化硼素等が挙げられ、このうち酸化アルミニウム、酸化ケイ素、窒化硼素は低誘電率と高熱伝導率とをバランス良く低誘電率部分が得られるので好ましい。無機質充填剤の構成粒子の形状に特に規定はないが、流動性向上のため球状ものが好ましく、更に空洞を有する無機質充填剤を用いると低誘電率部分の誘電率が更に低下し一層好ましい。特に、本発明者の検討結果に拠れば、平均粒径  $0.3 \sim 5.0 \mu\text{m}$  のものを  $3.5 \sim 45.0$  体積%、平均粒径  $6 \sim 30 \mu\text{m}$  のものを  $18.0 \sim 80.0$  体積%含有している熔融シリカ（酸化ケイ素）は、高充填性に優れる。その結果として、低誘電率と高熱伝導率とのバランスの良い低誘電率部分が安定して確実に得られることから、一層好ましい。

前記樹脂に関しては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂などの熱硬化性樹脂、各種エンジニアプラスチック、或いはポリエチレン、ポリプロピレン、塩化ビニリデン、ポリエチレンテレフタレート、ABS樹脂、AS樹脂などの熱可塑性樹脂、更に、アクリル樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂などが用いることができる。この

うち絶縁層と同じ樹脂を用いることが好ましく、また、金属板との密着性が良いことからエポキシ樹脂が好ましく用いられる。

本発明に於いて、金属板としては、熱伝導性に優れた材質のものであればどのようなものであっても構わないが、アルミニウム、アルミニウム合金、銅及び銅合金が高熱伝導であることから、好ましく選択される。また、金属板の厚みとしては、特に制限はないが0.3mm～4.0mmが一般的に用いられる。

本発明に於いて、絶縁層の組成、特性も極めて重要である。絶縁層は、無機質充填剤を含有する樹脂で構成される。前記無機質充填剤としては、アルミナ（酸化アルミニウム）、窒化硼素、マグネシア（酸化マグネシウム）、硫酸バリウム、酸化亜鉛、シリカ（酸化ケイ素）、窒化ケイ素、窒化アルミニウム等の電気絶縁性の無機化合物が用いられ、アルミナ、窒化硼素、窒化アルミニウム、シリカが安価で入手容易であることから、好ましく用いられる。このうち、アルミナ並びに窒化アルミニウムは球状で高充填でき、極めて高熱伝導性の絶縁層を容易に得ることができることから一層好ましく選択される。

樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂などの熱硬化性樹脂、各種エンジニアプラスチック、或いはポリエチレン、ポリプロピレン、塩化ビニリデン、ポリエチレンテレフタレート、ABS樹脂、AS樹脂などの熱可塑性樹脂、更に、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂などが用いられるが、特に、金属板との接合性に富むことからエポキシ樹脂が好ましく選択される。

即ち、本発明に於いては、無機質充填剤と樹脂との組み合わせに関して、アルミナ、窒化硼素、窒化アルミニウム、シリカの1種以上を含有するエポキシ樹脂が、金属板や回路を形成する金属箔との密着力が高く、しかも硬化後に熱伝導率の高い絶縁層や静電容量の小さな絶縁層を容易に得ることができるので、好ましい組み合わせである。また、前記低誘電率部分を構成する無機質充填剤を含有する樹脂についても同様である。

未硬化状態の無機質充填剤を含有する樹脂（以下、単に絶縁接着剤ともいう）の所定部分への塗布方法としては、一般的に、ロールコーター、グラビアコーター、寄付コーター、スクリーン印刷等を用いることができる。また、絶縁剤接着剤は、単一層もしくは複数層にする。複数層の場合、工程が長くなる分コストアップになるが、耐絶縁破壊特性が向上するとともに、絶縁層の厚さ精度を向上させることができる。

本発明に於いて、回路並びにそれを形成するための金属箔の材質としては、銅、アルミニウム、ニッケル、鉄、錫、銀、チタニウムのいずれか、これらの金属を2種類以上含む合、或いは前記金属又は合金を使用したクラッド箔等を用いることができる。また、前記金属箔の製造方法は電解法でも圧延法で作製したものでよく、金属箔上にはNiメッキ、Ni-Auメッキ、半田メッキなどの金属メッキがほどこされていてもかまわない。絶縁接着剤との接着性の点から金属箔（回路）の絶縁接着剤に接する側の表面はエッチングやメッキ等により予め粗化処理されていることが一層好ましい。

本発明の金属ベース回路基板の回路には、絶縁層を介して金属板に接しているものと、

絶縁層と低誘電率部分とを介して金属板に接しているものとがある。本発明の金属ベース回路基板を用いて混成集積回路を製造する際に、後者の回路上に抵抗チップ並びにコンデンサチップ等の制御用電子部品を搭載することで、制御用半導体からの信号の歪みを低減することができるし、また、前者の回路上に出力用半導体や制御用半導体等を搭載することで、半導体の過度の温度上昇とそれによる誤動作を防止することができる。その結果、混成集積回路全体として高信頼性の動作を確保することができるという効果を得ることができる。

本発明の実施態様では、前記窪み部分に関して、図3-3に示されるように、上方から見たときにコーナー部分が0.4mm以上の曲率半径（丸み）を有している。窪み部分の形状については、一般に、低誘電率部分の熱伝導性が金属板のそれより低下することから、低誘電率部分の上に配線される回路の形状に沿って形成される。その形状は、一般的には正方形や長方形、又は矩形のものが採用されることが多いが、時には、三角形、五角形、六角形等の多角形のものや、円形、楕円形の丸い形状のものも用いられる。

本発明者は、この窪み部分の形状に関して実験的に検討し、コーナー部分が0.4mm以上の曲率半径を有しているときに、窪みの角部に空隙が残ることがなく、所定の特性を有する金属ベース回路基板が安定して得ることができるという知見を得て、本発明に至ったものである。本発明に於いては、窪み部分の上から見た時の形状が多角形であろうとも丸い形状であろうとも、その最も小さなコーナー部分の曲率半径（丸み）が0.4mm以上の大きさを有することを特徴としている。

更に、窪み部の形状については、金属ベース回路基板を上方より眺めた時に、制御用半導体を搭載する回路、高周波等の信号の伝わる回路より大きければ良い。厚さ（深さ）については、絶縁層を形成する絶縁接着剤の材質等によって異なるものの、通常50～800μmあれば良い。

また、窪み部分の凹凸に関しては、格別これを定める必要はないものの、平面状であること、即ち、同一深さとすることが、金属板に窪みを形成させる方法として、プレス加工、切削加工等の機械的方法或いは化学薬品によるエッチング等の化学的方法等の量産性に優れる製造方法を適用出来ることから、好ましい。

図4-1は、本発明に係る金属ベース回路基板の製造方法を説明する図である。まず、金属板表面の所望の位置に凹部を形成する（図4-1（1）参照）。ここで、凹部を形成する方法については、プレス加工、切削加工或いは化学薬品によるエッチング等の従来公知の方法が挙げられる。用いられる金属板としては、熱伝導性に優れた材質のものであればどのようなものであっても構わないが、アルミニウム、アルミニウム合金、銅及び銅合金が高熱伝導であることから、好ましく選択される。また、金属板の厚みとしては、特に制限はないが0.3mm～4.0mmが一般的に用いられる。



金属板の凹部形状については、金属ベース回路基板を上方より眺めた時に凹部の広がり、混成集積回路として使用されるときに、制御用半導体を搭載する回路、高周波等の信号の伝わる回路より大きければ良い。そして、厚さ（深さ）については、絶縁層を形成する絶縁接着剤の材質等によって異なるものの、通常50～500 $\mu$ mあれば良い。また、凹部深さは個々の凹部により変化しても構わないが、いずれも同じ深さとするとき一度に加工できることから好ましい。

続いて、前記凹部と前記凹部以外の金属板上に同一表面高さにまで絶縁接着剤を塗布する（図4-1（2）参照）。絶縁接着剤の塗布方法としては、一般にロールコーター、グラビアコーター、寄付コーター、スクリーン印刷等が用いられる。また、絶縁剤接着剤は、単一層もしくは複数層にする。複数層の場合、工程が長くなる分コストアップになるが、耐絶縁破壊特性が向上するとともに、絶縁層の厚さ精度を向上させることができる特徴がある。

次に、前記絶縁接着剤の表面に金属箔を設けて金属接合体（図4-1（3）参照）とした後、前記金属接合体の金属箔を加工して回路を形成する（図4-1（4）参照）。本発明で用いる金属箔、そして前記金属箔から形成される回路の材質としては、銅、アルミニウム、ニッケル、鉄、錫、銀、チタニウムのいずれか、これらの金属を2種類以上含む合金、或いは前記金属又は合金を使用したクラッド箔等を用いることができる。尚、前記金属箔の製造方法は電解法でも圧延法で作製したものでもよい。金属箔上にはNiメッキ、Ni-Auメッキ、半田メッキなどの金属メッキがほどこされていてもかまわないが、絶縁接着剤との接着性の点から金属箔（回路）の絶縁接着剤に接する側の表面はエッチングやメッキ等により予め粗化处理されていることが一層好ましい。

図4-2は、本発明の金属ベース回路基板の製造方法で得られた金属ベース回路基板を用いた混成集積回路の一例を示す図である。図4-2に例示した通りに、本発明の金属ベース回路基板には、絶縁層が局部的に厚い部分（金属板に設けられた凹部に相当）上に設けられた回路と、絶縁層が局部的に厚くない部分（金属板の凹部以外の部分に相当）上に設けられた回路との少なくとも2種が設けられている。前者の回路上に抵抗チップ並びにコンデンサチップ等の制御用電子部品を搭載することにより、制御用半導体からの信号の歪みを低減することができるし、また、後者の回路上に出力用半導体や制御用半導体等を搭載することで半導体の過度の温度上昇とそれによる誤動作を防止することができるので、混成集積回路全体として高信頼性の動作を確保することができる。

本発明に於いて、絶縁接着剤の組成、特性が極めて重要である。本発明に於いて、絶縁接着剤は無機質充填材を含有してなる樹脂で構成される。前記無機質充填材としては、アルミナ（酸化アルミニウム）、窒化硼素、マグネシア（酸化マグネシウム）、硫酸バリウム、酸化亜鉛、シリカ（酸化ケイ素）、窒化ケイ素、窒化アルミニウム等の無機物が好ましく用いられる。樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂などの熱硬化性樹脂、各種エンジニアプラスチック、或いはポリエチレン、ポリプロピレ

ン、塩化ビニリデン、ポリエチレンテレフタレート、ABS樹脂、AS樹脂などの熱可塑性樹脂、更に、アクリル樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂などが好ましく用いられる。

前記無機質充填材と前記樹脂との組み合わせに関しては、アルミナ、窒化硼素、窒化アルミニウム、シリカの1種以上を含有するエポキシ樹脂が、金属板や金属箔との密着力が高く、しかも硬化後に熱伝導率の高い絶縁層や静電容量の小さな絶縁層を容易に得ることができるので、一層好ましい。

本発明に於いて、絶縁接着剤が硬化後の熱伝導率が $1.3\text{ W/mK}$ 以上であることが好ましい。前記高熱伝導率を有する絶縁接着剤を用いるとき、より信頼性の高い混成集積回路が得られ、例えば自動車、鉄道等の車載用の混成集積回路として用いることができる。

更に、本発明に於いて、絶縁接着剤を充填した凹部の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量が $50\text{ pF/cm}^2$ 以下で、しかも前記凹部以外の部分の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量が $50\text{ pF/cm}^2$ 以上 $160\text{ pF/cm}^2$ 以下であることが望ましい。前記構成とすることにより、本発明の効果がより一層顕著となり、例えば、自動車、鉄道等の車載用の実用的な混成集積回路を提供することができる。

以下、実施例に基づき、本発明の金属ベース回路基板並びにその製造方法について、詳細に説明する。

#### 実施例 1-1

図1-5(1)に例示する通りに、 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times$  (厚さ $\text{mm}$ ) のアルミニウム板上の所望の位置に、アルミナを60体積%を含有してエポキシ樹脂からなる厚さ $20\text{ }\mu\text{m}$ の絶縁層(A)10を設け、該絶縁層(A)をマスクにして金属板7をエッチングして金属板表面に深さ $300\text{ }\mu\text{m}$ の凹部11を形成した(図1-5(2))。

金属板7の凹部11に、絶縁層(A)10と同一表面高さにまで、シリカを60体積%を含有するエポキシ樹脂を充填し、低静電容量部分12を形成した(図1-5(3))。

次に、アルミナを60体積%を含有しているエポキシ樹脂からなる絶縁層(B)13を厚さ $30\text{ }\mu\text{m}$ で形成し(図1-5(4))、更に、金属箔14をラミネートして金属ベース基板を得た(図1-5(5))。

前記金属ベース基板を用いて、低静電容量部の位置する金属箔より制御用半導体を搭載する回路(パッド部)並びにその他所望の回路3を形成して、出力用半導体と前記出力用半導体を制御する制御用半導体とを含む混成集積回路に用いることのできる金属ベース回路基板を作製した。

前記の金属ベース回路基板を用い、この回路上に制御用半導体としてデジタル信号IC、出力用半導体としてMOS-FETを搭載したデジタルアンプ(混成集積回路)を試作し、動作周波数 $600\text{ kHz}$ で動作させたところ、正常に動作することを確認した。

### 実施例 1-2

実施例 1-1 において、予め一主面上に凹部を有する金属板をエッチング法で作製し、金属板表面に絶縁層 (A) を設けることで図 1-5 (2) に例示した構造の金属板を用意し、それ以降は実施例 1-1 と同じ手順で金属ベース回路基板を作製し、更にデジタルアンプを作製して動作させたところ、動作周波数 600 kHz で 1 時間以上継続して正常に動作することを確認した。

### 比較例 1-1

アルミナを 60 体積%含有したエポキシ樹脂をアルミニウム板上に 50  $\mu$ m 厚みで塗布し、その上に銅箔をラミネートして金属ベース基板を作製した。前記金属ベース基板を用いて、実施例 1-1 と同じ操作で金属ベース回路基板を得て、更にデジタルアンプを作製し、動作確認を行ったが、誤動作した。なお、動作周波数は実施例 1-1 と同じく 600 kHz とした。

### 比較例 1-2

シリカ 60 体積%を含有したエポキシ樹脂をアルミニウム板上に 300  $\mu$ m 厚みで形成し、銅箔をラミネートして金属ベース基板を作製した。前記金属ベース基板を用いて、実施例 1-1 と同じ操作で金属ベース回路基板を得て、更にデジタルアンプを作製し、動作確認を行った。その結果、動作周波数 600 kHz で動作させた当初は正常に動作したが、パワートランジスタの発熱により 5 秒動作後に動作しなくなった。

### 実施例 2-1 ~ 2-4, 比較例 2-1, 2-2

50 mm  $\times$  50 mm  $\times$  2 mm のアルミニウム板上の所望の位置に、熱硬化型レジストインクを塗布し、アルカリエッチングにより、表 1 に示すように種々の大きさ、深さの窪み部を形成した後、レジストインクを除去した。

その後、エポキシ樹脂としてビスフェノール F 型エポキシ樹脂 (エピコート 807 : エポキシ当量 = 173、油化シェルエポキシ株式会社製) 100 質量部、シランカップリング剤、 $\gamma$ -グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン (AZ-6165 : 日本ユニカー株式会社製) 5 質量部、無機フィラーとして平均粒径 5  $\mu$ m のアルミナ (AS-50 : 昭和電工株式会社製) 500 質量部を、万能混合攪拌機で混合した。

上記の混合物に硬化剤としてポリオキシプロピレンアミン (ジェファーマイン T-403 : テキサコケミカル社製) 25 質量部、ポリオキシプロピレンアミン (ジェファーマイン D2000 : テキサコケミカル社製) 20 質量部を配合、混合した樹脂からなる厚さ 20  $\mu$ m の絶縁材料を前述の窪み部分に充填すると共に絶縁層を厚さ 30  $\mu$ m で形成した。更に、銅箔をラミネートして金属ベース基板を得た。更に、前記の金属ベース基板について、銅箔を塩化第二鉄溶液を用いてエッチングすることでチップ抵抗を搭載できるパッド部を有する回路を形成して金属ベース回路基板を得た。

前記金属ベース回路基板について、後述のヒートサイクル試験を行い、その結果を表 2-1 に示した。

## ＜ヒートサイクル試験方法＞

パッド間にチップサイズ2.0mm×1.25mmのチップ抵抗を半田付けし、-40℃7分～+125℃7分を1サイクルとして試験を行なった後、顕微鏡で半田部分のクラックの有無を観察する。また、半田部分のクラックの発生が50%以上となったサイクル数を耐ヒートサイクル性の指標とする。

表2-1

No.	窪み部分						耐ヒートサイクル性 (回)
	周囲への 解放の有 無	金属板全 面積に対 する割合 (%)	最大深さ (μm)	個数	最小形状 (mm)	最大形状 (mm)	チップ抵 抗搭載 部との合 致
実施例	2-1	無	800	1	45×45(コーナー部:3R)		有
	2-2	無	400	2	32φ		有
	2-3	無	400	4	10φ	40φ	有
	2-4	無	300	5	20φ		有
比較例	2-1	有	800	1	45×45(コーナー部:3R)		有
	2-2	無	—	—	—		無
							絶縁層に亀裂有り
							1000

## 実施例 3-1

150mm×150mm×1.5mmのアルミニウム板上の所望の位置に、熱硬化型レジストインクを塗布し、エッチングにより深さ300 $\mu$ m、窪み部分の側壁の傾きを43°に形成した後、レジストインクを除去した。

その後、ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂（ジャパンエポキシレジン社製、EP828）へ平均粒径2 $\mu$ mのアルミナ（日本軽金属社製、LS-20）を45体積%含有するように配合し、混合して絶縁接着剤Aを作製した。

また、ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂（ジャパンエポキシレジン社製、EP828）へ平均粒径1.7 $\mu$ mの熔融球状シリカ（電気化学工業社製、FB-1SDX）37体積%と平均粒径11.3の熔融球状シリカ（電気化学工業社製、FB-550）を40体積%含有するように配合し、混合して絶縁接着剤Bを作製した。

絶縁接着剤Bを、前記窪み部を有するアルミニウム板上に塗布した後、前記絶縁接着剤Aを窪み部以外の部分の絶縁層の厚さが50 $\mu$ mになるように塗布した。更に、銅箔を前記絶縁接着剤A上にラミネートして金属ベース基板を得た。

前記金属ベース基板について、所望の位置をエッチングレジストでマスクして銅箔をエッチングした後、エッチングレジストを除去し洗浄乾燥することで、回路を形成し、金属ベース回路基板とした。回路形成に当たり、前記窪み部分のある位置に制御用半導体から直接に電気接続される抵抗チップやコンデンサが搭載される回路を形成し、また、前記窪み部分のない位置には、出力用半導体や制御用半導体を搭載する回路を形成した。

前記操作で得られた金属ベース回路基板について、絶縁破壊電圧及び単位面積あたりの静電容量を測定した。絶縁破壊電圧の測定は、JIS C2110に基づき測定した。また、前記単位面積あたりの静電容量の測定にあたっては、LCRメーターにより測定周波数1MHzのときの静電容量を求めるとともに、当該測定部分の回路の絶縁接着剤と接する部分の面積を求め、前記静電容量を前記回路面積で除して求めた。金属ベース回路基板の主要な作製条件と測定結果を表3-1に示す。

表 3-1

		実施例	比較例
窪み部	絶縁破壊電圧 (kV)	6.4	
	静電容量 (pF/cm <sup>2</sup> )	10	
通常部	絶縁破壊電圧 (kV)	4.2	3.6
	静電容量 (pF/cm <sup>2</sup> )	130	128
混成集積回路の動作		○	×

次に、前記金属ベース回路基板を用いて、図3-1に例示される、混成集積回路を作成した。尚、当該混成集積回路は、制御用半導体としてはデジタル信号IC、出力用半導体としてMOS-FETを搭載したデジタルアンプである。この混成集積回路を動作周波数1.2MHzで動作させたところ、正常に動作することを確認した。

#### 比較例3-1

実施例3-1において、窪みのない、平坦なアルミニウム板を用い、また、当該アルミニウム板上に絶縁接着剤Aを50 $\mu$ mの厚みで塗布したこと以外は、実施例3-1と同じ手順で、金属ベース基板、そして金属ベース回路基板を作製した。この金属ベース回路基板の測定結果は表3-1に併せて示した。更に、実施例3-1同様にデジタルアンプを作製し、動作確認を行ったが、誤動作した。

#### 実施例4-1

150mm $\times$ 150mm $\times$ 1.5mmのアルミニウム板上の所望の位置に、熱硬化型レジストインクを塗布し、エッチングにより、上方からみたときに矩形でコーナー部の丸み(R)が0.6R以上の窪み部分を深さ300 $\mu$ mとなるように形成した後、レジストインクを除去した。

その後、ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂（ジャパンエポキシレジン社製、EP828）へ平均粒径2 $\mu$ mのアルミナ（日本軽金属社製、LS-20）を45体積%含有するように配合し、混合して絶縁接着剤Aを作製した。

また、ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂（ジャパンエポキシレジン社製、EP828）へ平均粒径1.7 $\mu$ mの熔融球状シリカ（電気化学工業社製、FB-1SDX）37体積%と平均粒径11.3の熔融球状シリカ（電気化学工業社製、FB-550）を40体積%含有するように配合し、混合して絶縁接着剤Bを作製した。

絶縁接着剤Bを、前記窪み部を有するアルミニウム板上に塗布した後、前記絶縁接着剤Aを窪み部以外の部分の絶縁層の厚さが50 $\mu$ mになるように塗布した。更に、銅箔を前記絶縁接着剤A上にラミネートして金属ベース基板を得た。

前記金属ベース基板について、所望の位置をエッチングレジストでマスクして銅箔をエッチングした後、エッチングレジストを除去し洗浄乾燥することで、回路を形成し、金属ベース回路基板とした。回路形成に当たり、前記窪み部分のある位置に制御用半導体から直接に電気接続される抵抗チップやコンデンサが搭載される回路を形成し、また、前記窪み部分のない位置には、出力用半導体や制御用半導体を搭載する回路を形成した。前記操作で得られた金属ベース回路基板について、絶縁破壊電圧及び単位面積あたりの静電容量を測定した。絶縁破壊電圧の測定は、JIS C2110に基づき測定した。また、前記単位面積あたりの静電容量の測定にあたっては、LCRメーターにより測定周波数1MHzのときの静電容量を求めるとともに、当該測定部分の回路の絶縁接着剤

と接する部分の面積を求め、前記静電容量を前記回路面積で除して求めた。本実施例で得た金属ベース回路基板は実施例 3-1 と同一の特性を示した。

また、前記金属ベース回路基板を用いて、図 3-1 に例示される、混成集積回路を作成した。尚、当該混成集積回路は、制御用半導体としてはデジタル信号 IC、出力用半導体として MOS-FET を搭載したデジタルアンプである。この混成集積回路を動作周波数 1.2 MHz で動作させたところ、正常に動作することを確認した。

#### 実施例 5-1

150 mm×150 mm×1.5 mm のアルミニウム板上の所望の位置に、熱硬化型レジストインクを塗布し、エッチングにより深さ 200  $\mu\text{m}$  の凹部を形成した後、レジストインクを除去した。

その後、ビスフェノール A 型液状エポキシ樹脂（ジャパンエポキシレジン社製、EP828）へ平均粒径 2  $\mu\text{m}$  のアルミナ（日本軽金属社製、LS-20）を 45 体積% 含有するように配合し、混合して絶縁接着剤を作製した。

前記絶縁接着剤を、前記凹部を有するアルミニウム板上に塗布することで、前記凹部に絶縁接着材を充填すると共に前記凹部以外の部分の絶縁層の厚さが 60  $\mu\text{m}$  になるようにした。更に、金属箔を前記絶縁接着剤上にラミネートして金属ベース基板を得た。このとき使用した絶縁接着剤について、直径 10 mm 厚さ 2 mm の形状に硬化して熱伝導率測定用の試片を作成し、評価したところ、1.5 W/mK であった。

また、絶縁接着剤を充填した凹部上の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量は 35 pF/cm<sup>2</sup> であり、前記凹部以外の部分上の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量は 120 pF/cm<sup>2</sup> であった。尚、前記単位面積当たりの静電容量の測定にあたっては、LCR メーターにより測定周波数 1 MHz のときの静電容量を求めるとともに、当該測定部分の回路の絶縁接着剤と接する部分の面積を求め、前記静電容量を前記回路面積で除して求めた。

次に、前記金属ベース基板の前記凹部の部分には、出力用半導体を制御する制御用半導体を含む混成集積回路を形成し、また、前記凹部以外の部分には、出力用半導体や制御用半導体する回路を形成して、金属ベース回路基板とした。

次に、前記金属ベース回路基板を用いて、図 4-2 に例示される混成集積回路を作成した。尚、当該混成集積回路は、制御用半導体としてはデジタル信号 IC、出力用半導体として MOS-FET を搭載したデジタルアンプである。この混成集積回路を動作周波数 600 kHz で動作させたところ、正常に動作することを確認した。

#### 実施例 5-2

実施例 5-1 において、絶縁接着剤としてアルミナフィラーの量を 60 体積% 含有したエポキシ樹脂としたこと以外は、実施例 5-1 と同じ手順で、絶縁接着剤の硬化試片、金属ベース基板、そして金属ベース回路基板を作製した。このとき、絶縁接着剤の熱伝

導率は、 $2.8 \text{ W/mK}$ であり、絶縁接着剤を充填した凹部上の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量は $45 \text{ pF/cm}^2$ で、前記凹部以外の部分上の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量は $140 \text{ pF/cm}^2$ であった。

実施例5-1と同様にデジタルアンプを作製して動作させたところ、動作周波数 $600 \text{ kHz}$ で1時間以上継続して正常に動作することを確認した。

#### 比較例5-1

実施例5-1において、凹みのない、平坦なアルミニウム板を用い、また、当該アルミニウム板上に絶縁接着剤を $60 \mu\text{m}$ 厚みで塗布したこと以外は、実施例5-1と同じ手順で絶縁接着剤の硬化試片、金属ベース基板、そして金属ベース回路基板を作製した。絶縁接着剤の硬化体の熱伝導率は $1.5 \text{ W/mK}$ であり、回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量は $123 \text{ pF/cm}^2$ であった。

更に、実施例5-1と同様に、デジタルアンプを作製し、動作確認を行った。その結果、動作周波数 $600 \text{ kHz}$ で動作させたが、誤動作した。

#### 比較例5-2

実施例5-1において、凹みのない、平坦なアルミニウム板を用い、また、当該アルミニウム板上に絶縁接着剤を $260 \mu\text{m}$ の厚みで塗布したこと以外は、実施例5-1と同じ手順で絶縁接着剤の硬化試片、金属ベース基板、そして金属ベース回路基板を作製した。絶縁接着剤の硬化体の熱伝導率は $1.5 \text{ W/mK}$ であり、回路と金属板との間の静電容量は $32 \text{ pF/cm}^2$ であった。

更に、実施例5-1と同様にデジタルアンプを作製し、動作確認を行った。その結果、動作周波数 $600 \text{ kHz}$ で動作させた当初は正常に動作したが、パワートランジスタの発熱により5秒動作後には、動作しなくなった。

#### 産業上の利用可能性

本発明の金属ベース回路基板の製造方法は、前記特徴のある金属ベース回路基板を、確実に安定して提供できる特徴があり、産業上非常に有用である。

本発明の金属ベース回路基板は、同一回路基板上においても部分的に回路基板の特性を変化しているという特徴があり、多様な種類の半導体素子等を搭載でき、例えば、出力用半導体と制御用半導体とを共に有する混成集積回路等に好適に用いることができるし、更に、回路基板において所望の位置に発熱性電子部品や高周波発生機器を適切な配置とすることができるので、その結果として、搭載されたチップ抵抗等の電子部品の耐ヒートサイクル性を向上させる等の効果をも得られるという特徴があるのでいろいろな混成集積回路用の回路基板として有用である。

本発明の金属ベース回路基板は、静電容量が小さいので出力用半導体を制御する抵抗チップやコンデンサ等の電子部品を搭載するのに好適な回路部分と、静電容量は若干大きいものの熱伝導性に優れるので放熱が必要な出力用半導体や制御用半導体を搭載する



のに好適な回路部分とを併せ持っており、動作信頼性の高い混成集積回路を提供できるので、産業上非常に有用である。

本発明の製造方法によれば、静電容量が小さいので出力用半導体を制御する抵抗チップやコンデンサ等の電子部品を搭載するのに好適な部分と、静電容量は若干大きいが発熱伝導性に優れるので放熱が必要な出力用半導体や制御用半導体を搭載するのに好適な部分とを併せ持つ金属ベース回路基板を、高い歩留で得ることができるので、混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板を安価に提供でき、産業上非常に有用である。

なお、本発明の明細書の開示として、本出願の優先権主張の基礎となる日本特許特願 2003-110377 号（2003 年 4 月 15 日に日本特許庁に出願）、日本特許特願 2003-275979 号（2003 年 7 月 17 日に日本特許庁に出願）、日本特許特願 2003-326256 号（2003 年 9 月 18 日に日本特許庁に出願）、日本特許特願 2004-042993 号（2004 年 2 月 19 日に日本特許庁に出願）、日本特許特願 2004-055890 号（2004 年 3 月 1 日に日本特許庁に出願）の全明細書の内容をここに引用し取り入れるものである。

## 請求の範囲

1. 金属板上に絶縁層（A、B）を介して設けられた回路と、前記回路上に実装される出力用半導体と、前記出力用半導体を制御し、前記回路上に設けられる制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であって、前記制御用半導体を搭載する回路部分（パッド部分）の下部に低静電容量部分を埋設していることを特徴とする金属ベース回路基板。
2. 低静電容量部分が、無機質充填材を含有してなる樹脂からなり、しかも誘電率が2～9であることを特徴とする請求項1記載の金属ベース回路基板。
3. 低静電容量部分の厚さが100～1,000 $\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1又は2記載の金属ベース回路基板。
4. 制御用半導体を搭載する回路部分（パッド部分）が、金属板に埋設された低静電容量部分の上に、絶縁層（B）を介して設けられていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の金属ベース回路基板。
5. (1) 一主面上に凹部を有する金属板の前記凹部空隙に、絶縁層（A）と同一表面高さにまで、低静電容量部分となる物質を充填することで低静電容量体装着板とする工程、(2) 前記低静電容量体装着板の低静電容量部分の表面と絶縁層（A）の表面とに、無機質充填材を含有してなる樹脂からなる絶縁層（B）を設けて低静電容量体装着基板とする工程、  
(3) 前記低静電容量体装着基板の絶縁層（B）の表面に金属箔を設けて金属接合体とする工程、  
(4) 少なくとも前記低静電容量部分表面に位置する金属箔から制御用半導体を搭載する回路部分（パッド部分）を形成することを含む、前記金属接合体の金属箔を加工して回路を形成する工程、  
とからなることを特徴とする金属ベース回路基板の製造方法。
6. 前記一主面上に凹部を有する金属板を、  
(a) 金属板上の一主面上の所望の位置に、無機質充填材を含有してなる樹脂からなる絶縁層（A）を設ける工程、  
(b) 前記絶縁層（A）をマスクにして金属板をエッチングして金属板表面に凹部を形成する工程、  
とから作製することを特徴とする請求項5記載の金属ベース回路基板の製造方法。
7. 金属板上に絶縁層を介して回路を設けてなる金属ベース回路基板であって、金属板上の片面に窪み部分が周囲の部分は開放されていない状態で設けられ、前記窪み部分の空隙部と、前記窪み部分の存在する金属面上の両者に、同一の材料からなる絶縁層が設けられていることを特徴とする金属ベース回路基板。
8. 窪み部分の最大深さが金属板の厚みに対して10～50%であり、かつ窪み部分の

垂直方向から眺めた大きさが金属板の面積の50%以上を占め、しかも窪み部分の垂直方向から眺めたときの形状において、コーナーが曲率半径が2.5mm以上であること特徴とする請求項7記載の金属ベース回路基板。

9. 絶縁層が、無機質充填材を含有してなる樹脂からなり、しかも樹脂組成物の硬化後の貯蔵弾性率が300Kで15000MPa以下であることを特徴とする請求項7又は8記載の金属ベース回路基板。
10. 金属板と、前記金属板上に設けられた絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた回路と、前記回路上に実装される複数の半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であって、前記回路の半導体搭載部ではない部分の一部について、当該回路部分の下部の金属板に低誘電率部分を設けていることを特徴とする金属ベース回路基板。
11. 低誘電率部分が、前記金属板の表面に窪み部分を設け、当該窪み部分に無機質充填剤を含有している樹脂を充填することにより形成されることを特徴とする請求項10記載の金属ベース回路基板。
12. 窪み部分の側壁が35~65°の傾きを有していることを特徴とする請求項11記載の金属ベース回路基板。
13. 無機質充填剤が、溶融シリカ（酸化ケイ素）からなり、しかも前記溶融シリカは、平均粒径0.3~5.0μmのものを3.5~45.0体積%、平均粒径6~30μmのものを18.0~80.0体積%含有していることを特徴する請求項11又は12記載の金属ベース回路基板。
14. 金属板と、前記金属板上に設けられた絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた回路と、前記回路上に実装される複数の半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板であって、前記回路の半導体搭載部ではない部分の一部について、当該回路部分の下部の金属板の表面に窪み部分を設け、当該窪み部分に無機質充填剤を含有している樹脂を充填し、しかも窪み部分を上方からみたときにコーナー部分が0.4mm以上の曲率半径を有していることを特徴とする金属ベース回路基板。
15. 無機充填剤が、溶融シリカ（酸化ケイ素）からなり、しかも前記溶融シリカは、平均粒径0.3~5.0μmのものを3.5~45.0体積%、平均粒径6~30μmのものを18.0~80.0体積%含有していることを特徴する請求項14記載の金属ベース回路基板。
16. 金属板と、前記金属板上に設けられた絶縁層と、前記絶縁層上に設けられた回路と、前記回路上に実装される出力用半導体と、前記出力用半導体を制御し、前記回路上に設けられる制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられる金属ベース回路基板の製造方法であって、(1)金属板の絶縁層を設ける側の主面に凹部を形成する工程、(2)前記凹部と前記凹部以外の金属板上とに、同一表面高さにまで絶縁接着剤を塗布する工程、(3)前記絶縁接着剤の表面に金属箔を設け、前記絶縁接着剤を硬化して

金属接合体とする工程、(4)前記金属接合体の金属箔を加工して回路を形成する工程、とからなることを特徴とする金属ベース回路基板の製造方法。

17. 請求項16記載の金属ベース回路基板の製造方法で得られた金属ベース回路基板であって、絶縁接着剤が無機フィラーを含有してなる樹脂からなり、しかも硬化後の熱伝導率が $1.3 \text{ W/mK}$ 以上であることを特徴とする金属ベース回路基板。
18. 絶縁接着剤を充填した凹部上の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量が $50 \text{ pF/cm}^2$ 以下であり、かつ前記部分以外の部分の回路と金属板との間の単位面積当たりの静電容量が $50 \text{ pF/cm}^2$ 以上 $160 \text{ pF/cm}^2$ 以下であることを特徴する請求項17記載の金属ベース回路基板。

1 / 10

図 1 - 1

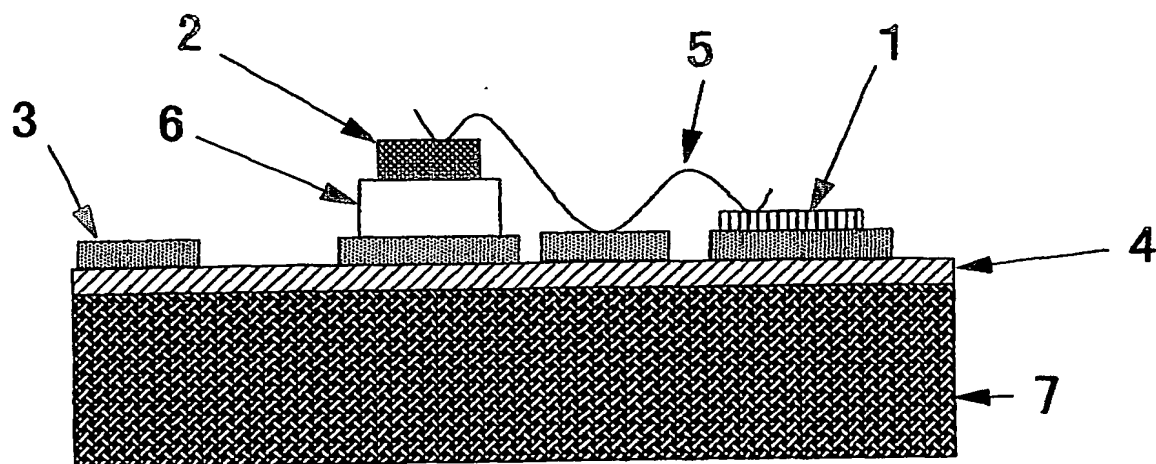


図 1 - 2

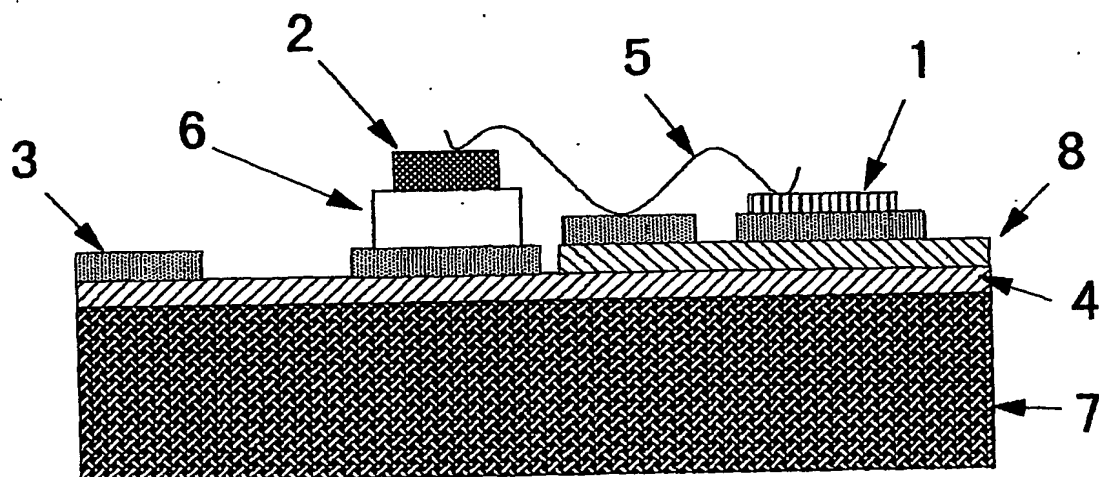


図 1 - 3

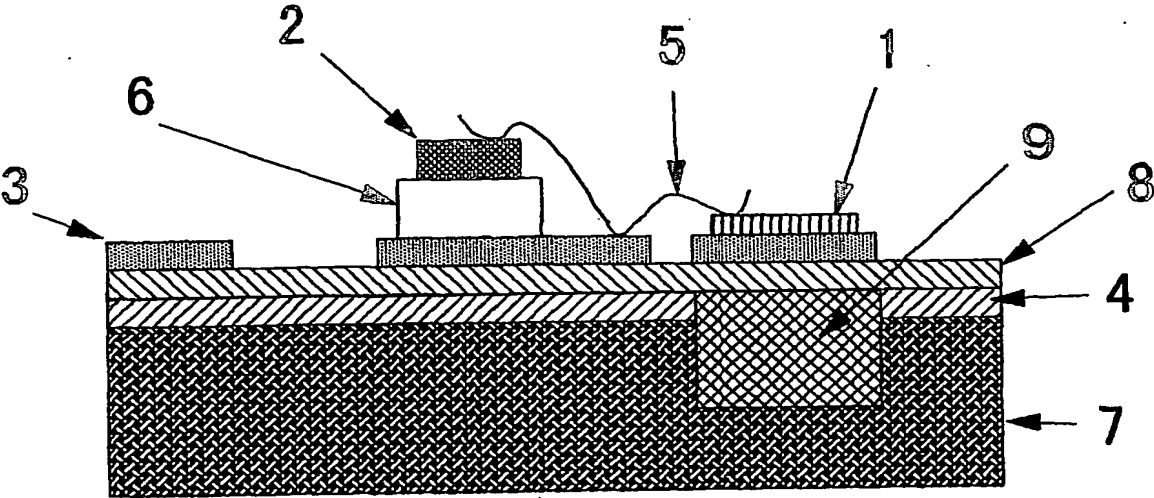
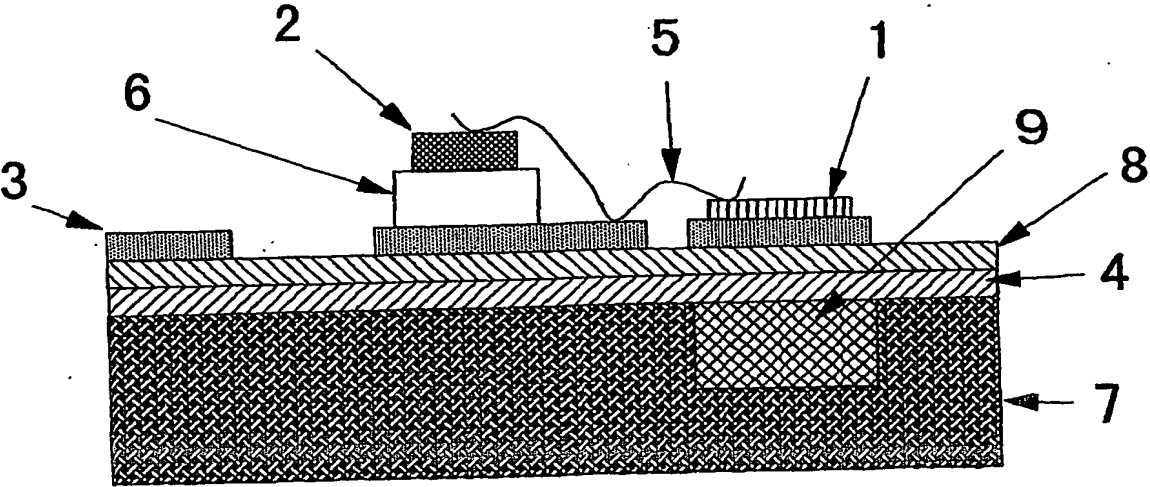


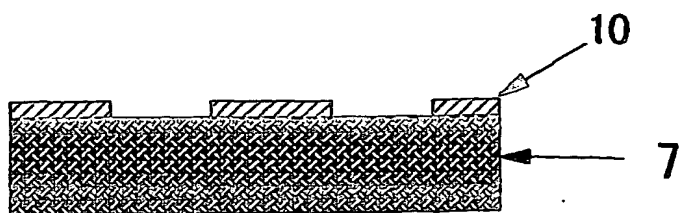
図 1 - 4



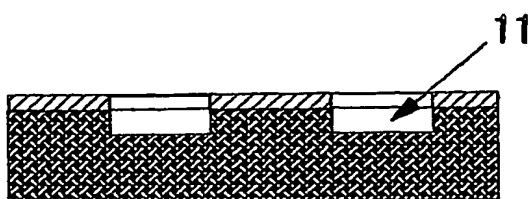
3 / 10

図 1 - 5

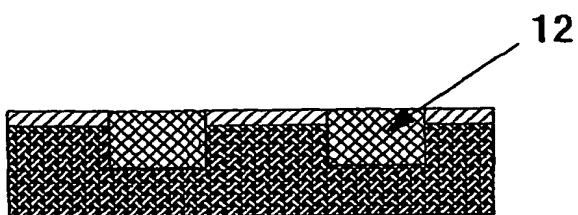
(1)



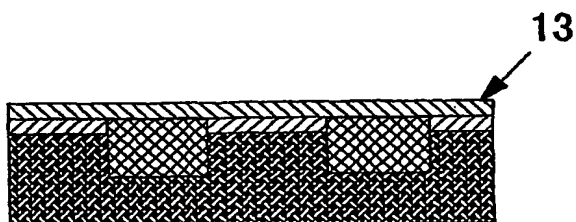
(2)



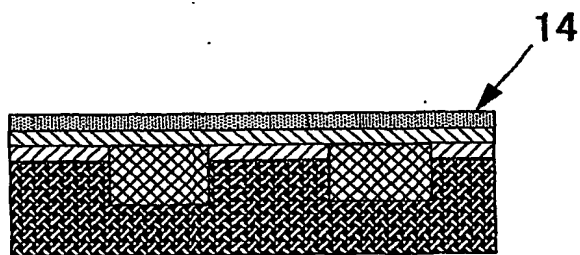
(3)



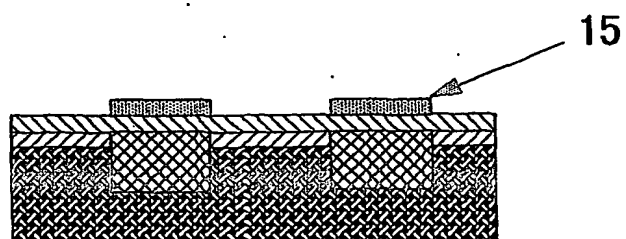
(4)



(5)

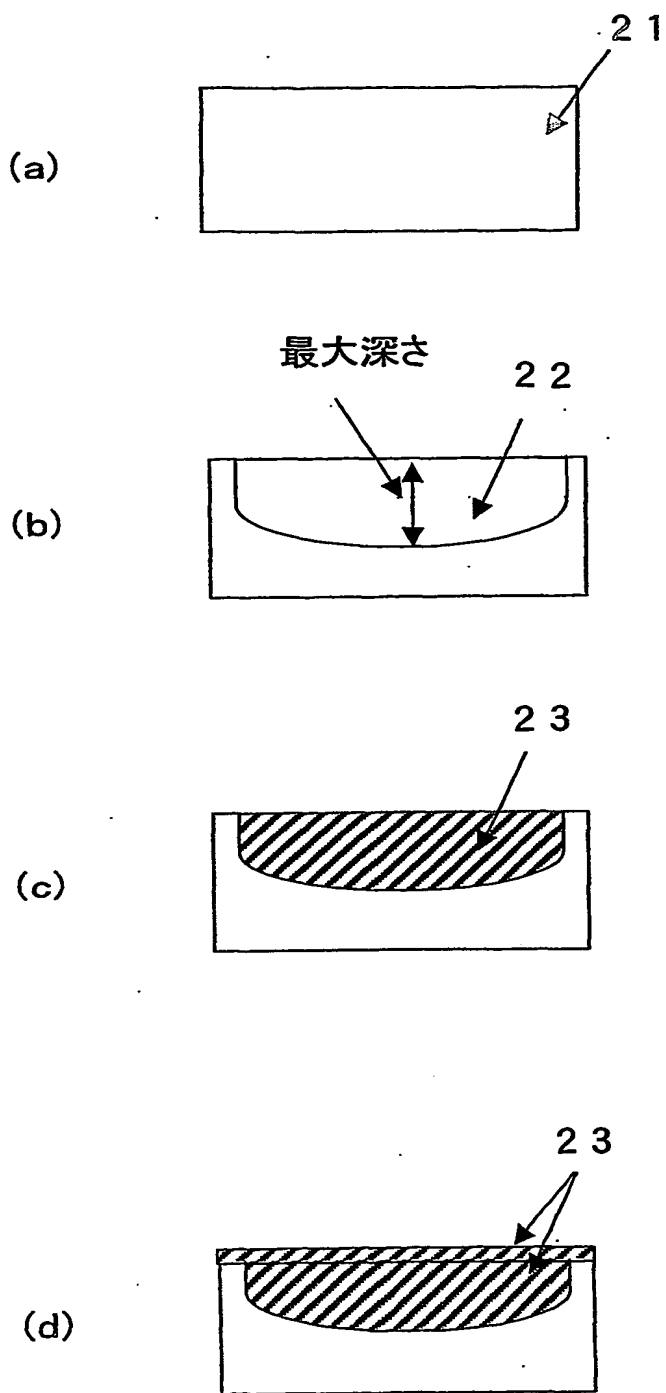


(6)



4 / 10

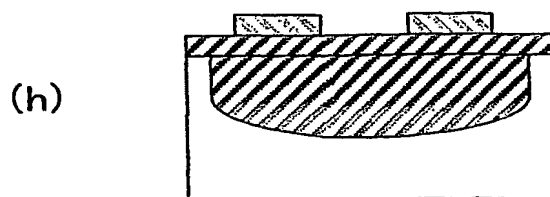
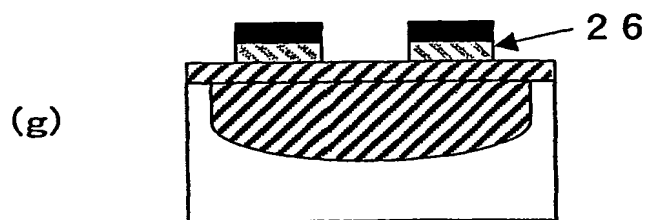
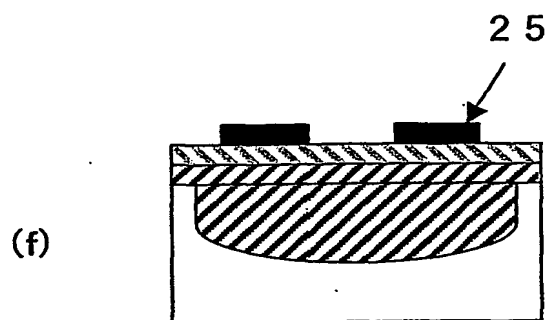
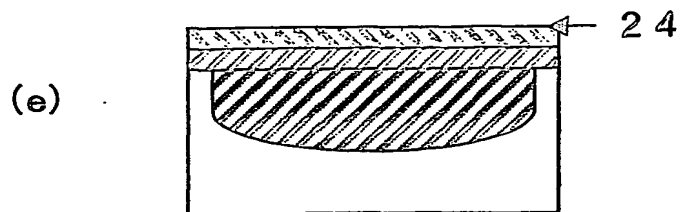
図 2 - 1





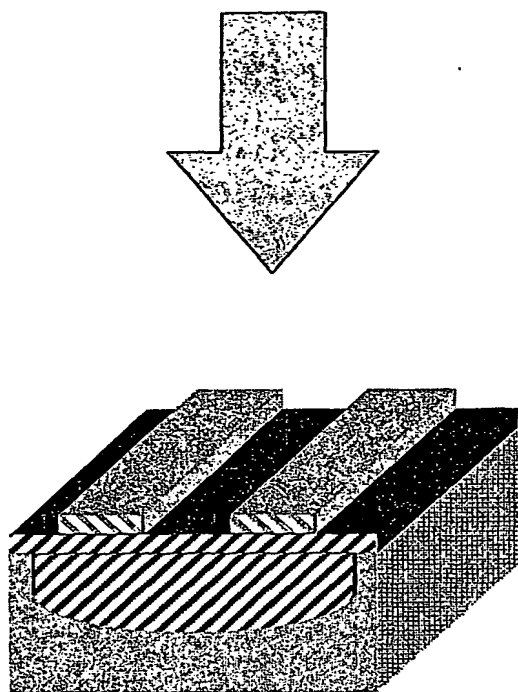
5 / 10

図2-1 続き



6 / 1 0

図 2-2



7 / 10

図 2-3

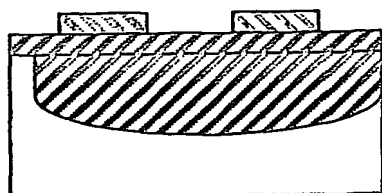


図 2-4

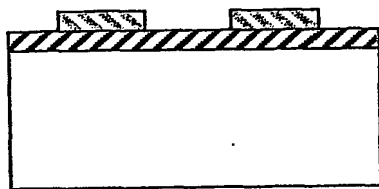


図 3-1

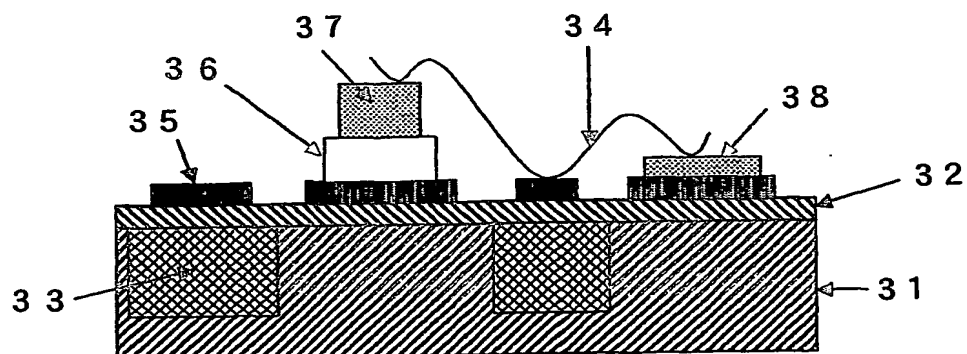


図 3-2

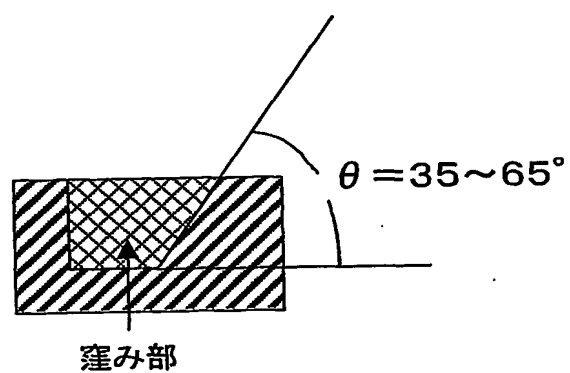
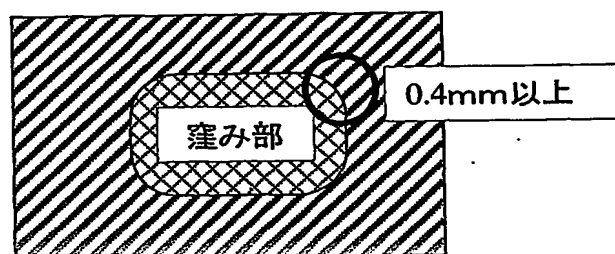
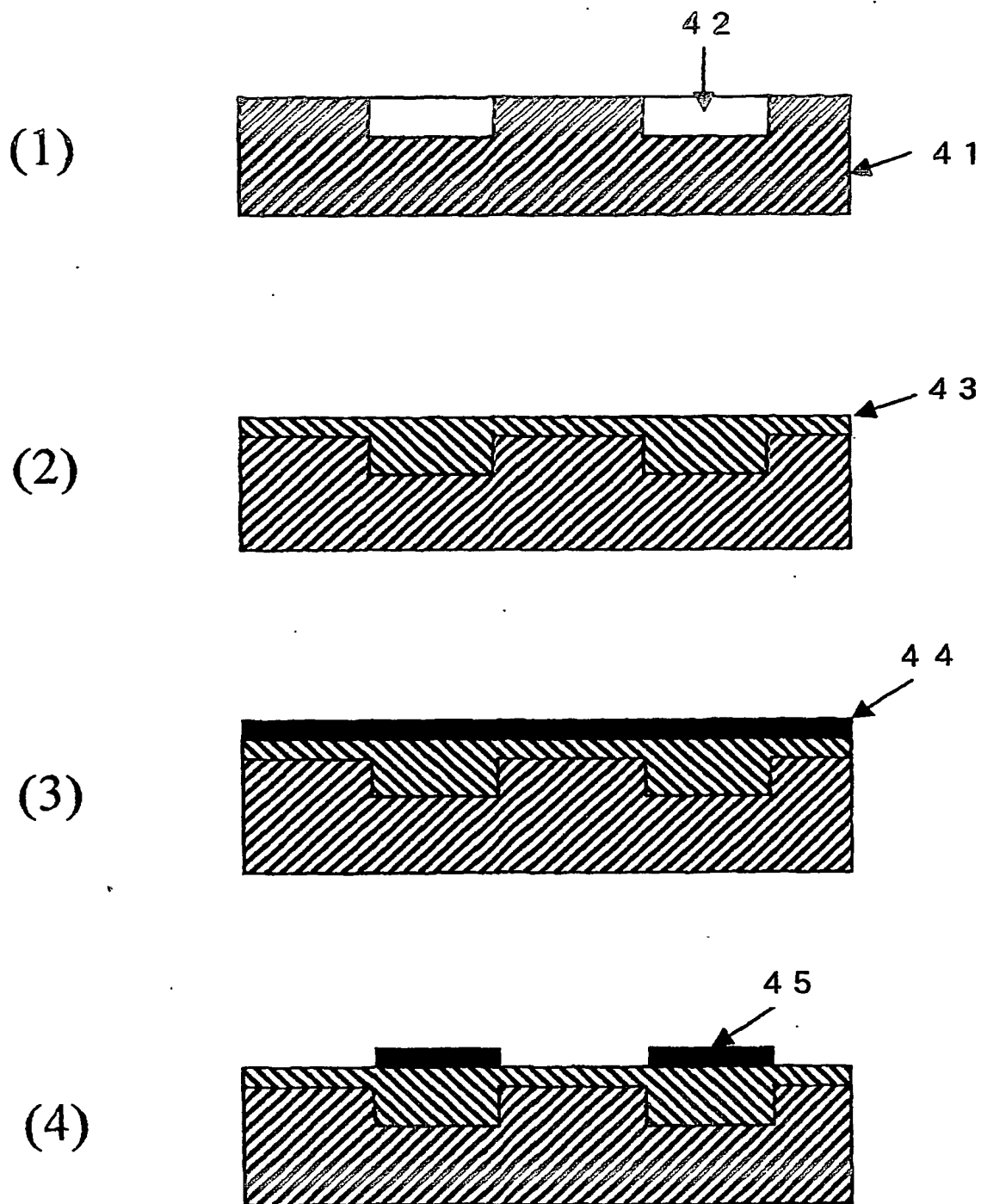


図 3-3



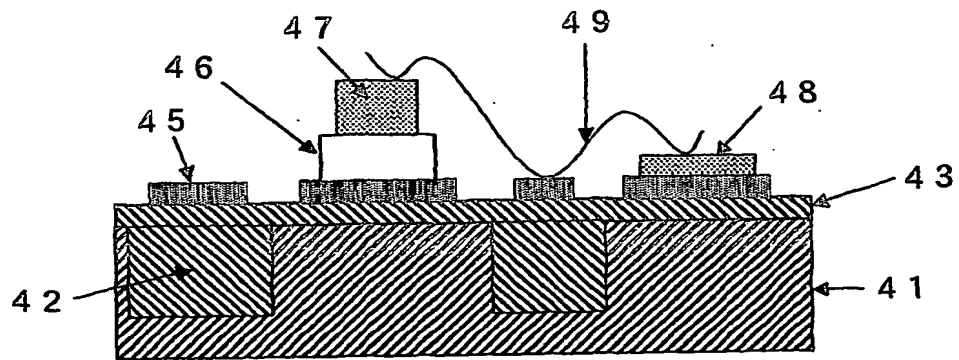
9 / 10

图 4-1



10/10

図4-2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005365

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L23/12, H01L25/04, H05K1/05, H05K3/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L23/12, H01L25/04, H05K1/05, H05K3/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 3-69185 A (NEC Corp.), 25 March, 1991 (25.03.91), Page 2, upper left column, line 5 to upper right column, line 1; Fig. 1 (Family: none)	10 1-9,11-18
Y A	JP 9-326536 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 16 December, 1997 (16.12.97), Par. No. [0013]; Fig. 1 (Family: none)	10 1-9,11-18
Y A	JP 2000-151050 A (Kabushiki Kaisha Nihon Rika Kogyosho), 30 May, 2000 (30.05.00), Par. Nos. [0011] to [0039]; Fig. 1 (Family: none)	10 1-9,11-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 May, 2004 (19.05.04)Date of mailing of the international search report  
01 June, 2004 (01.06.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/005365

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(See extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005365

Continuation of Box No. III of continuation of first sheet (2)

I. The inventions of claims 1-6 relate to a metal-base circuit board used for a hybrid integrated circuit comprising an output semiconductor device and a control semiconductor device and having a small-capacitance portion buried under the circuit portion on which the control semiconductor device is mounted.

II. The inventions of claims 7-9 relate to a metal-base circuit board wherein insulating layers of the same material are formed on the hollow part of a recess portion and on the metal surface where the recess portion is present.

III. The inventions of claims 10-15 relate to a metal-base circuit board which is used for a hybrid integrated circuit comprising semiconductor devices and has a small-capacitance portion provided to a part of a metal sheet not serving as a semiconductor device mounting portion.

IV. The inventions of claims 16-18 relate to a method for manufacturing a metal-base circuit board used for a hybrid integrated circuit composed of an output semiconductor device and a control semiconductor device, said method comprising a step of applying an insulating adhesive to a recess in a metal sheet and the other portion of the metal sheet to the same height.

Therefore these four groups of inventions are not united into one invention nor so linked as to form a single general inventive concept.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> H01L23/12 H01L25/04 H05K1/05 H05K3/44

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> H01L23/12 H01L25/04 H05K1/05 H05K3/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 3-69185 A (日本電気株式会社) 1991. 03. 25, 公報第2頁左上欄第5行-右上欄第1行, 第1図 (ファミリーなし)	10 1-9, 11-18
Y A	JP 9-326536 A (富士電機株式会社) 1997. 12. 16, [0013], 図1 (ファミリーなし)	10 1-9, 11-18
Y A	JP 2000-151050 A (株式会社日本理化工業所) 2000. 05. 30, [0011]-[0039], 図1 (ファミリーなし)	10 1-9, 11-18

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 05. 2004

国際調査報告の発送日

01. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

坂本 薫昭

4 R

9265

電話番号 03-3581-1101 内線 6363

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

## 特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

## 第Ⅲ欄の続き

I. 請求の範囲1-6は、出力用半導体と制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられ、制御用半導体を搭載する回路部分の下部に低静電容量部分を埋設している金属ベース回路基板及び製造方法に関するものである。

II. 請求の範囲7-9は、窪み部分の空隙部と、窪み部分の存在する金属面上の両者に、同一材料からなる絶縁層を設けた金属ベース回路基板に関するものである。

III. 請求の範囲10-15は、複数の半導体からなる混成集積回路に用いられ、半導体搭載部でない部分の一部について金属板に低誘電率部分を設けた金属ベース回路基板に関するものである。

IV. 請求の範囲16-18は、出力用半導体と制御用半導体とからなる混成集積回路に用いられ、凹部と凹部以外の金属板上とに、同一表面高さにまで絶縁接着剤を塗布する工程を有する金属ベース回路基板の製造方法に関するものである。

そして、これらの四つの発明群が単一の一般的発明概念を形成するように連関している一群の発明であるとは認められない。